

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN****AD**

(11)Publication number : 03-109240  
(43)Date of publication of application : 09.05.1991

(51)Int.Cl.

C03C 25/04  
C03B 37/12  
G02B 6/44

(21)Application number : 01-244025

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 19.09.1989

(72)Inventor : NAKAHARA SHIGERU  
WATABE TAMISHIGE  
NAGAE NOBUSADA  
TANAKA HIROYUKI**(54) PRODUCTION OF METAL COATING OPTICAL FIBER****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To make it possible to change the thickness of a metal coating layer in a wide range by cooling an optical fiber immediately after drawing with gas at room temp. or below while changing the flow rate when the optical fiber is introduced into a molten metal and coated with the metal.

**CONSTITUTION:** An optical fiber cooler capable of regulating the flow rate of gas at room temp. or below is prep'd. An optical glass fiber immediately after drawing is cooled to a prescribed temp. by passing through the cooler, introduced into a molten metal and coated with the metal. The thickness of the resulting metal coating layer is arbitrarily regulated by regulating the flow rate of the gas.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報 (A)

平3-109240

⑤Int.Cl.

C 03 C 25/04  
C 03 B 37/12  
G 02 B 6/44

識別記号

3 0 1

庁内整理番号

A

A

B

8821-4G

8821-4G

7036-2H

④公開 平成3年(1991)5月9日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑥発明の名称 金属被覆光ファイバの製造法

⑦特 願 平1-244025

⑧出 願 平1(1989)9月19日

⑨発明者 中原繁	兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地	三菱電線工業株式会社伊丹製作所内
⑨発明者 渡部民重	兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地	三菱電線工業株式会社伊丹製作所内
⑨発明者 長江伸定	兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地	三菱電線工業株式会社伊丹製作所内
⑨発明者 田中紘幸	兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地	三菱電線工業株式会社伊丹製作所内
⑩出願人 三菱電線工業株式会社	兵庫県尼崎市東向島西之町8番地	
⑪代理人 弁理士 松野英彦		

## 明細書

## 1. 発明の名称

金属被覆光ファイバの製造法

## 2. 特許請求の範囲

(1) ガラス光ファイバを線引きした直後に溶融金属中に導き、ガラス光ファイバの周囲に金属を被覆する金属被覆光ファイバの製造法において、ガラス光ファイバを溶融金属中に導く前に、ガラス光ファイバが、室温もしくはそれ以下の温度の気体の流れにより該ガラス光ファイバを冷却する冷却装置を通過させられ、該気体の流量を調節することにより金属被覆の厚さを調整することを特徴とする金属被覆光ファイバの製造法。

(2) ガラス光ファイバを線引きした直後に溶融金属中に導き、ガラス光ファイバの周囲に金属を被覆する金属被覆光ファイバの製造法において、ガラス光ファイバを溶融金属中に導く前に、ガラス光ファイバが該ガラス光ファイバの引取方向に延長する冷却管の内部を通過させられると共に、該冷却管内に室温もしくはそれ以下の温度の気体を流し、該気体の流量と可変長の冷却管の長さとを調節することにより金属被覆の厚さを調整することを特徴とする金属被覆光ファイバの製造法。

該冷却管内に室温もしくはそれ以下の温度の気体を流し、該気体の流量を調節することにより金属被覆の厚さを調整することを特徴とする金属被覆光ファイバの製造法。

(3) ガラス光ファイバを線引きした直後に溶融金属中に導き、ガラス光ファイバの周囲に金属を被覆する金属被覆光ファイバの製造法において、ガラス光ファイバを溶融金属中に導く前に、ガラス光ファイバが該ガラス光ファイバの引取方向に延長する可変長の冷却管の内部を通過させられると共に、該冷却管内に室温もしくはそれ以下の温度の気体を流し、該気体の流量と可変長の冷却管の長さとを調節することにより金属被覆の厚さを調整することを特徴とする金属被覆光ファイバの製造法。

(4) 冷却管内に流す気体がヘリウムガスであり、該ヘリウムガスがガラス光ファイバの引取方向と逆方向に流されることを特徴とする請求項

(1)、請求項(2)又は請求項(3)記載の金属被覆光ファイバの製造法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明はガラス光ファイバの外周に金属、例えばアルミを被覆した金属被覆光ファイバの製造法に関するものである。

## (従来の技術と解決しようとする課題)

コアおよびクラッド層が共に石英ガラス等のガラスより成るガラス光ファイバの直上にアルミを被覆したアルミ被覆光ファイバは、耐熱性に優れていること、水素がガラス光ファイバの内部に拡散するのを防止し透光性の劣化がないこと、静疲労特性が優れていることから、これらの特徴を生かした用途における需要が増大している。

アルミ被覆光ファイバの製造は、ガラス光ファイバの線引きとアルミ被覆の被覆とが同一工程中で連続して行われ、プリフォーム母材を電気炉等の加熱源により高温に加熱し、母材の先端からガラス光ファイバを引き出すことにより線引きし、この線引きされたガラス光ファイバを直ちに溶融アルミ中に導き、光ガラスファイバの周囲に溶融

多様な要求を満たすようにガラス光ファイバ自体を製造することについては技術的にさしたる問題はない。

一方、アルミ被覆光ファイバのアルミの厚さを多様な要求に応え得るように変化させることについては、これ迄あまり検討されておらず、適当な手段がなかった。尤も、アルミ被覆光ファイバの引取速度を変化させることによりアルミ被覆の厚さを或る程度は変化させることができるが、変化させ得る厚さの範囲が狭いだけでなく、引取速度を速くするとアルミ被覆の表面に波打ちが生じ外観を損うことになったり、引取速度を遅くするとアルミとガラスが化学的に反応する時間が長くなる結果、機械強度が著しく低下することがあり、更にそれだけ生産性を低下させることになる等、アルミ被覆の厚さの調整のために引取速度を変えることは別な面において不都合をもたらすことが多い。また、ガラス光ファイバに凝固付着させられる溶融アルミの温度が変化すれば、アルミ被覆の厚さも或る程度変化するが、溶融アルミの温度

アルミを凝固付着させてアルミ被覆を形成させ、これを引取装置により引き取るという方法で行われている。

アルミ被覆光ファイバの需要が拡がり、その適用分野が拡大するにつれアルミ被覆光ファイバのコア径、クラッド層厚さおよび屈折率分布、並びにアルミ被覆層の厚さについても多様な要求が生じ、これらの要求に応じたアルミ被覆光ファイバの構造設計および製造が必要になってきた。例えば、ガラス光ファイバの外径にしても $90 \sim 1200 \mu\text{m}$ の広範囲なサイズが要望されたり、この上に被覆するアルミ被覆も $10 \sim 60 \mu\text{m}$ の範囲の種々もの厚さが要望されたりする場合にある。

ガラス光ファイバ自体の製造について言えば、ガラス光ファイバはこれと相似の断面構造と屈折率分布を有するプリフォーム母材から母材の断面をそのまま縮少したファイバとして線引きされるものであるから、母材の製造がキイボイントになるが、これ迄にも種々の構造の母材が製作されてきた実績があり、アルミ被覆光ファイバに対する

をアルミ被覆の厚さの調整手段とすることは、アルミ被覆の品質に対する影響等から適切ではない。

以上はガラス光ファイバ上にアルミを被覆する場合について説明したが、ガラス光ファイバ上にアルミ以外の金属、例えば錫、半田合金、ニッケルクロム合金等を被覆する場合においても全く同様である。

本発明は、上述の点に鑑み、金属被覆光ファイバの金属被覆の厚さを広範囲にかつ容易に調整することができる金属被覆光ファイバの製造法を提供することを目的とする。

## (発明の構成)

本発明は、ガラス光ファイバを線引きした直後に溶融金属中に導き、ガラス光ファイバの周囲に金属を被覆する金属被覆光ファイバの製造法において、ガラス光ファイバを溶融金属中に導く前に、該ガラス光ファイバが室温もしくはそれ以下の温度の気体の流れにより該ガラス光ファイバを冷却する冷却装置を通過させられ、該気体の流量を調節することにより金属被覆の厚さを調整すること

を特徴とする。

ガラス光ファイバ上に被覆する金属としては、アルミが最も普通であるが、錫、鉛、亜鉛、半田合金、ニッケルクロム合金、銅、鉄、ステンレス等の種々の金属を用い得る。本発明の製造法はこれらの種々の金属をガラス光ファイバ上に被覆する場合に対して均しく適用できるものである。

以下、図面に基づき本発明の構成の具体例および冷却装置の好ましい例等について詳細説明する。

第1図は本発明の方法によりアルミ被覆光ファイバを製造する場合の説明図である。1は例えば石英系ガラスより成るプリフォーム母材であり、2はプリフォーム母材を加熱する加熱源である電気炉である。電気炉により約2200℃に加熱された母材の先端からガラス光ファイバ3が下方に引き出され、線引きされる。線引きされたガラス光ファイバ3は、非接触型の外径測定器10により外径が測られたのち、電気炉2の下方に電気炉2と溶融アルミ被覆装置5との間にガラス光ファイバ3の引き出し路に沿って延長するように設け

られた冷却管4の内部を通過し、管4の下方に設けられた溶融アルミ被覆装置5の入口ダイ51を通じて溶融アルミ53中に導かれる。

冷却管4の下部にある気体入口42には導管44を介して流量計45、流量調整弁46、開閉弁47および気体供給源48たとえばヘリウムガスボンベが接続されている。気体入口42から冷却管4内に入った気体は管4内を上方に、すなわちガラス光ファイバ3の引き出し方向と逆方向に、ガラス光ファイバを冷却しながら流れ、冷却管4の上端43から排出される。冷却管4内を流れる気体の流量は流量調整弁46により調節される。冷却管内に流す気体としては室温又はそれ以下の温度のヘリウムガス、窒素ガス、空気等を用いることができるが、ヘリウムガスは熱伝導率が良く、冷却能力が優れているので、冷却管4内に流す気体として好ましいものである。冷却管4は一定の長さを有する固定長の管であっても差支えはないか、例えば望遠鏡式に長さを可変にできる構造にするのが好ましい。このような構造にすること

により、線引きされたガラス光ファイバ3の引取速度が同一の場合でも、該ガラス光ファイバ3が冷却管4内を流れる気体に接し、冷却される時間を調整できるので、冷却管4の長さをガラス光ファイバ3が管4内を流れる気体により冷却される度合を調整する補助手段として利用できる。冷却管4の気体入口42は管4の中央部に設け管内に流入した気体が管内を上下に分流するようにしてもよい。或は気体入口42を冷却管4の上部に設け気体を下方に流すようにしてもよいが、管内を流す気体として空気より比重が小さいヘリウムガス<sup>■</sup>を用いる場合には、第1図に示すように気体入口42を冷却管4の下部に設け気体を上方に流すようになるのがよく、これはまたガラス光ファイバの冷却効率の点からも望ましい。また冷却管4の気体入口42は、流入する気体の流れによりガラス光ファイバを流れの方向に偏位させ、振動させることがないように、例えば第2図の縦断面図に示すように管本体41を囲む円環状のダム部420を設け、該ダム部420の内側環状面4

21に円周方向に均等に設けた多数の通口422を通じて、導管44からダム部420に流入した気体を管本体41内に流入させるようにするのが望ましい。また、冷却管4の上端および下端は、例えば写真機の絞りと同様な構成の、ガラス光ファイバの出入口の口径を自由に調整できる構造とすることが好ましい。これにより冷却管4の上下端からの気体の流出を適宜に調節できる。冷却管4内を流れた気体の管外への排出については、冷却管の上端又は下端から冷却管の長さ方向に排出されるようにしてもよい。或は冷却管の上端又は下端近くの側面に排出口を設け、これから排出されるようにしてもよい。

なお、本発明における冷却装置としては、上記したような冷却管に限られるものではなく、例えば第3図に示すように現状体内面に多数の噴気ノズル401を設けたドーナツ状の冷却環40を1個もしくは複数個設けたものでもよい。

冷却管4を通過したガラス光ファイバは溶融アルミ被覆装置5の溶融るつぼ54で溶融されたア

ルミ53中に入口ダイ51を通じて導入され、ガラス光ファイバの周囲に溶融アルミが凝固付着してアルミ被覆が形成され、出口ダイ52からアルミ被覆光ファイバ6が引き出される。引き出されたアルミ被覆光ファイバ6は外径測定器11を通り、引取装置7により引き取られ、ダンサーロール8を介して巻取ロール9に巻き取られる。

ガラス光ファイバの外径は前記の通り線引き直後に非接触型の外径測定器10により測られ、この出力信号により引取装置7の引取速度変えて線引きを制御することができる。アルミ被覆光ファイバの外径は外径測定器11により測定される。アルミ被覆の厚さをオンラインで測定することは容易ではないので、アルミ被覆の厚さを測定し、これを調整するよりも、アルミ被覆光ファイバの外径を測定し、外径を調整の対象とし、間接的にアルミ被覆厚さを調整するのが便利である。その調整は冷却管4内を流す気体の流量を調節することにより行なう。すなわち、測定されたアルミ被覆光ファイバの外径が所定径より大きければ、流

量調節弁46を調節し、冷却管4内を流す気体の流量を減少させることにより、アルミ被覆の厚さを薄くして所定径にすることができる。逆に測定されたアルミ被覆光ファイバの外径が小さければ、流量調節弁46を調節して気体の流量を増加させることによりアルミ被覆厚を厚くして所定径とすることができる。これらの操作は外径測定器11で得られた測定値を流量調節装置にフィードバックして自動的に行なうこともできる。

## (作用)

線引きされたガラス光ファイバは下方に引き出されると共に急速に冷却し、従来のように自然冷却に委ねた場合においても、溶融金属中に導入される直前のガラス光ファイバの温度は、引取速度の大小により異なるが、70～140℃程度に迄低下する。従って、高温の溶融金属中にガラス光ファイバが導入されると、まず、ガラス光ファイバに接した溶融金属が冷却されてガラス光ファイバの周囲に凝固付着する過程が進行する。この凝固付着が飽和状態に達すると同時に周囲の高温の溶

融金属の熱により再溶融する過程が始まり、この再溶融はガラス光ファイバが溶融金属中を移動し、溶融金属中から導出される迄の間継続する。この凝固付着する金属層の厚さは、溶融金属中に導入されるガラス光ファイバの温度が低いほど大きい。一方再溶融する金属の量は溶融金属中をガラス光ファイバが通過する時間に依存し、引取速度が小さい場合には再溶融量が大きくなる。ガラス光ファイバの外周に被覆される金属被覆の厚さは、この凝固付着と再溶融とのバランスにより定まる。

本発明においては、線引きされたガラス光ファイバが、室温もしくはそれ以下の温度の気体の流れにより該ガラス光ファイバを冷却する冷却装置を通して通させられて冷却され、しかもその冷却の度合、従って、ガラス光ファイバの温度を、流す気体の流量を調節することにより調整することができる。このような調整によってガラス光ファイバが溶融金属中に導入されたときガラス光ファイバ外周に凝固付着する金属層の厚さが変り、一方、再溶融量は引取速度が一定であれば余り変わらない

ので、結局、金属被覆層の厚さを、冷却装置に流す気体の流量を調節することにより変えることができる。

実際に、線引き温度、溶融アルミの温度、冷却管の長さを一定にして、引取速度 $v_1$ および $v_2$ をパラメータとして、アルミ被覆の厚さと管4内に流す気体（ヘリウム）の流量との関係を求めた所、第4図に示すような関係を得た。

また、冷却管4に流す気体の流量の調節と併せて、冷却管4の長さを調節することによってガラス光ファイバが気体に接し冷却される時間を調整し、アルミ被覆の厚さを調整することもできる。

従来のようにガラス光ファイバが自然冷却されている場合には、引取速度を小さくすれば、溶融金属に導入されるガラス光ファイバの温度は低くなり、金属の凝固付着量は大きくなるが、溶融金属中を移動する時間が長くなり再溶融量が大きくなるので、結局、金属被覆層の厚さは薄くなり、ガラス光ファイバの周囲の一部に金属被覆が形成されていない、いわゆる片面コートを生じること

もある。逆に、引取速度を大きくすれば、再溶融量は小さいが、溶融金属中に導入されるガラス光ファイバの温度が高くなり、元々の凝固付着量が小さいので、金属被覆の厚さはそれ程厚くはない。これ迄の金属被覆光ファイバの製造法において引取速度を大きく変えても金属被覆の厚さは狭い範囲でしか変わらない所以である。

なお、ガラス光ファイバの初期強度を維持させるためにガラス光ファイバの線引き直後にシリコン樹脂等のポリマーのプリコートを被覆する場合に、本発明と同じように、線引き直後のガラス光ファイバが清浄な気体が流されている冷却管内を通して清浄な気体が保ち、また厚さむら、ぬれむらのない均一なプリコートを形成させ、ガラス光ファイバの機械的強度を向上させることを目的とするものである。上記特開記載の場合にはプリコートの厚さはポリマー塗装装置の絞りダイの孔径に

よって定まり、ガラス光ファイバの温度には関係しないし、一方、本発明の場合においては溶融金属から金属被覆光ファイバを導出する出口ダイの孔径は金属被覆の厚さには本質的に関係しない。すなわち上記特開記載の技術と本発明とは似て非なるもので、目的、作用、効果を異にする。

#### (実施例)

#### (実施例1～3および比較例)

中心層が純石英ガラス、中間層がB.F.をドープしたドープ石英ガラス、外側層が石英ガラスより成る三層構成の外径20mm、長さ500mmのプリフォーム母材を電気炉により2270～2280℃に加熱し、母材の先端からコア径200μmのガラス光ファイバを70m／分の速度で線引きした。線引きされたガラス光ファイバは、電気炉の下端から530mm離れて上端が位置させられた内径50mm、長さ820mmの冷却管の内部を通過させられ、次に、該冷却管の下端から1500mm下方に位置させられた入口ダイを通じて溶融アルミ被覆装置内の溶融アルミ中に導かれた。溶融

アルミの炉設定温度は750℃とした。該アルミ被覆装置の出口ダイから引き出されたアルミ被覆光ファイバは、出口ダイ下方の引取装置により引き取られ、ダンサーロールを介して巻取りールに巻き取られた。この際冷却管の下端部に設けた気体入口から、ヘリウムガスボンベから常圧近くに、降圧されて供給されるヘリウムガスを夫々5l／分、10l／分、15l／分の流量で管内を流した所、第1表に示すようなアルミ被覆が得られた。

比較例としてヘリウムガスを管内に流さなかった場合のアルミ被覆についても第1表に示している。

第1表

	ヘリウムガス流量 (l/分)	アルミ被覆 厚さ(μm)	アルミ被覆の外観
実施例1	5	20	良好
実施例2	10	25	良好
実施例3	15	30	良好
比較例	0	15	一部に片面コート がある

#### (実施例4)

冷却管の長さを420mmとし、ヘリウムガスの流量を3l／分とした以外は実施例1～3と全く同じくしてアルミ被覆光ファイバを製作し、厚さ15μmの外観良好なアルミ被覆を得た。

#### (実施例5～6)

実施例1～3の母材と同じく三層構成であるが、各層の寸法構成を実施例1～3の母材とは異にする外径30mm、長さ500mmの母材を電気炉により2270～2280℃に加熱、母材の先端からコア径400μm、外径500μmのガラス光ファイバを30m／分の速度で線引きした。線引きされたガラス光ファイバは直ちに実施例1～3の場合と同じく設置された冷却管、アルミ被覆装置、引取装置等を通して、アルミ被覆を施され、巻取りールに巻き取られた。冷却管の内部には夫々10l／分、15l／分の流量でヘリウムガスを流した所、第2表に示すようなアルミ被覆が得られた。

第2表

	ヘリウムガス流量 (l/分)	アルミ被覆 厚さ(μm)	アルミ被覆の外観
実施例5	10	40	良好
実施例6	15	50	良好

## (発明の効果)

上記した通り、本発明によれば、線引き直後のガラス光ファイバが通過する冷却装置に室温もしくはそれ以下の温度の気体を流してガラス光ファイバを冷却し、しかも流す気体の流量を調節することによりその冷却の度合を調整し、金属被覆の厚さを広範囲に変えることができる。従って、金属被覆光ファイバの金属被覆の厚さに対する多様な要望に応えることが本発明により可能となった。また、本発明によれば、これ迄の線引きされたガラス光ファイバを自然冷却させている場合に較べて、金属被覆を施す際の条件の変動が少ないので、厚さ、表面状態がより安定した金属被覆が得られる。

## 4. 図面の簡単な説明

装置、8…ダンサーロール、9…巻取りリール、10および11…外径測定器。

-以上-

出願人 (326) 三菱電線工業株式会社

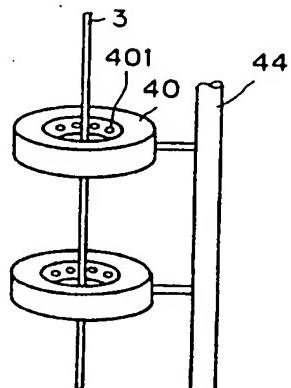
代理人 弁理士(6235) 松野英彦

第1図は本発明の製造法を説明する工程説明図であり、第2図は本発明における冷却管の気体入口の一例を示す縦断面図であり、第3図は冷却装置の他の例を示す斜視図である。第4図は、本発明に従い冷却管内に流す気体の流量を調節したときに得られたアルミ被覆の厚さと気体の流量との関係をガラス光ファイバの引取速度をパラメータとして示した図である。

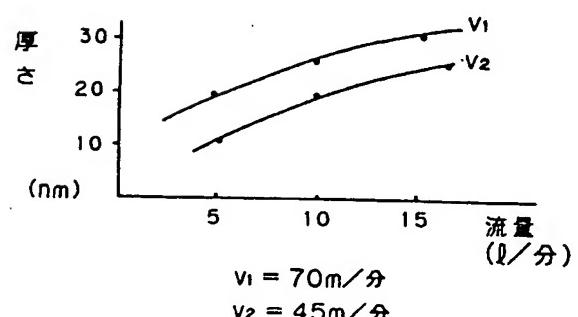
## (符号の説明)

1…プリフォーム母材、2…電気炉、3…線引きされたガラス光ファイバ、4…冷却管、41…管本体、42…入口、43…冷却管の上端、44…導管、45…流量計、46…流量調節弁、47…減圧開閉弁、48…気体供給源、420…気体入口の円環状のダム部、421…ダム部の内側環状面、422…通口、40…冷却管、401…噴気ノズル、5…溶融アルミ被覆装置、51…入口ダイ、52…出口ダイ、53…溶融アルミ、54…溶融るつぼ、6…アルミ被覆光ファイバ、7…引取

第3図

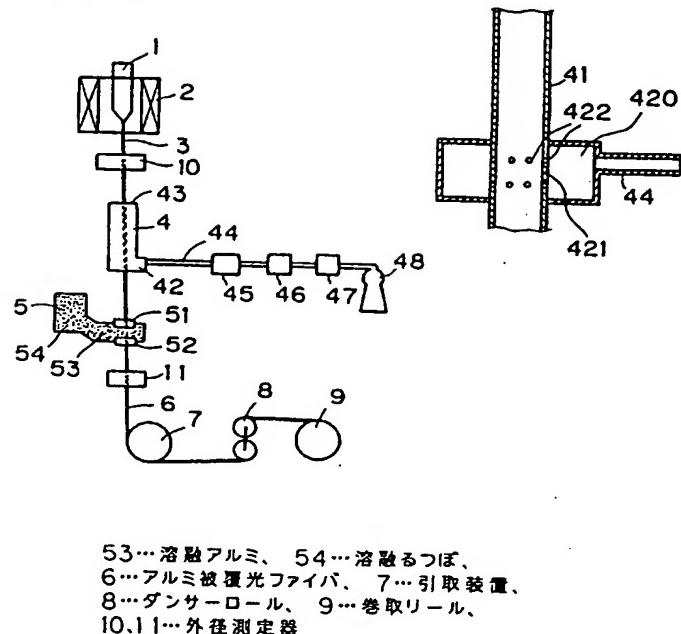


第4図



第2図

第1図



## 手続補正書(自発)

平成1年10月18日

特許庁長官 吉田 文毅 員

## 1. 事件の表示

平成1年特許願第244025号

## 2. 発明の名称

金属被覆光ファイバの製造法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

名称 (326) 三菱電線工業株式会社

代表者 結城 醇造

## 4. 代理人 〒550

住所 大阪市西区京町堀1-12-14(天真ビル)

氏名 弁理士(6235) 松野英彦

登録番号 06-443-4990-7559

## 5. 補正命令の日付 (自発)

## 6. 補正により増加する請求項の数 なし 方式審査

特許庁  
10.20

## 7. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄。

## 8. 補正の内容

(1) 明細書第16頁第13行目～第14行目に「コア径 $200\mu m$ のガラス光ファイバ」とあるのを『コア径 $200\mu m$ 、外径 $250\mu m$ のガラス光ファイバ』と補正する。

-以上-